

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-170937

(43)Date of publication of application : 02.07.1990

---

(51)Int.Cl.

C22C 9/06  
H01L 23/50

---

(21)Application number : 63-324782

(71)Applicant : NIPPON MINING CO LTD  
TATSUTA ELECTRIC WIRE & CABLE  
CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1988

(72)Inventor : TSUJI MASAHIRO  
WATANABE HIROAKI  
FUKUDA TAKATOKI  
TOKITA MASANORI

---

### (54) COPPER ALLOY HAVING SUPERIOR DIRECT BONDING PROPERTY

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the copper alloy for lead frame applicable to all semiconductor products by specifying the surface hardness and the center line average height and maximum height of surface roughness of a copper alloy containing specific amounts of Ni and Si, respectively.

CONSTITUTION: This copper alloy is prepared by regulating the surface of an alloy material having a composition consisting of, by weight, 0.4-4.0% Ni, 0.1-1.0% Si, and the balance Cu so that surface hardness is  $\geq \text{Hv}180$  and surface roughness is  $\leq 0.5\mu$  by center line average height Ra and  $\leq 0.8\mu$  by maximum height Rmax. In the above alloy, high strength and high electric conductivity cannot be obtained when Ni content is below the lower limit, and, when it exceeds the upper limit, workability and solderability are deteriorated. As to Si content, high strength and high electric conductivity cannot be obtained when it is below the lower limit, and, when it exceeds the upper limit, workability and electric conductivity are remarkably deteriorated and solderability is also deteriorated. Further, when the values of the above Hv, Ra, and Rmax are  $< 180$ ,  $> 0.15\mu$ , and  $> 0.8\mu$ , respectively, the adhesive strength of bonding wire is deteriorated and, as a result, there are cases where peeling is brought about in a resin sealing stage, etc.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-170937

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>C 22 C 9/06  
H 01 L 23/50

識別記号

V

庁内整理番号

8015-4K  
7735-5F

⑬公開 平成2年(1990)7月2日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑭発明の名称 ダイレクトボンディング性の良好な銅合金

⑰特 願 昭63-324782

⑱出 願 昭63(1988)12月24日

⑲発明者 辻 正 博 神奈川県高座郡寒川町倉見3番地 日本鋳業株式会社倉見工場内  
 ⑲発明者 渡 辺 宏 昭 神奈川県高座郡寒川町倉見3番地 日本鋳業株式会社倉見工場内  
 ⑲発明者 福 田 孝 祝 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 タツタ電線株式会社内  
 ⑲発明者 時 田 正 憲 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 タツタ電線株式会社内  
 ⑲出願人 日本鋳業株式会社 東京都港区虎ノ門2丁目10番1号  
 ⑲出願人 タツタ電線株式会社 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号  
 ⑲代理人 弁理士 小松 秀岳 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ダイレクトボンディング性の良好な銅合金

## 2. 特許請求の範囲

(1) Ni 0.4~4.0 重量%、Si 0.1~1.0 重量%を含み、残部Cu及び不可避不純物からなる合金の材料表面を表面硬さがHv 180以上で、かつ表面粗さが中心線平均粗さ(Ra)で0.15μm以下、最大高さ(Rmax)で0.8μm以下となるように調整することにより、ワイヤーボンディング用リード線を直接接合可能としたことを特徴とするダイレクトボンディング性の良好な銅合金。

(2) Ni 0.4~4.0 重量%、Si 0.1~1.0 重量%を含み、残部Cu及び不可避不純物からなる合金に副成分としてP、As、Sb、Fe、Co、Cr、Sn、Al、Ti、Zr、Mg、Be、Mn、Zn、In、B、Hf、希土類元素からなる群より選択された1種又は2種以上を総量で0.001~2.0重量%添加

した合金の材料表面を表面硬さがHv 180以上で、かつ、表面粗さが中心線平均粗さ(Ra)で0.15μm以下、最大高さ(Rmax)で0.8μm以下となるように調整することにより、ワイヤーボンディング用リード線を直接接合可能としたことを特徴とするダイレクトボンディング性の良好な銅合金。

(3) 析出粒子が5μm以下である特許請求範囲(1)又は(2)の銅合金。

(4) 酸素含有量が10ppm以下である特許請求範囲(1)、(2)又は(3)の銅合金。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体機器のリード材用銅合金に、ワイヤーボンディング用リード線を直接接合(ダイレクトボンディング)する事を可能にするダイレクトボンディング性の良好な銅合金に関する。

## 〔従来の技術〕

従来、半導体機器は、まず銅または銅合金の

リード材用素材を打抜き又はエッチングにより所定の形状に成形し、次に、半導体素子の接合部分および半導体素子とリード材とを金線等でワイヤーボンディングするために、リード材の所定部分へメッキを行い、ついでメッキされた部分へ半導体素子をダイボンドしさらに半導体素子とリード材をワイヤーボンディング用リード線でワイヤーボンディングを行い、最後にこれを封止して製品としていた。

これから分かるように、リード材と半導体素子および半導体素子とリード材との接合のためには、必ずメッキを必要としていた。

ところがメッキ操作自体は、微小な個所へのメッキであるために、非常に高い精度を必要とし、メッキの良否がダイボンドおよびワイヤーボンドに直接影響を与えて、場合により不良品が発生した。

また半導体素子およびリード材との材質の関係および耐久性、電導性、付着性などからみて、金または銀のメッキが行われているが、これが

半導体機器の非常なコスト高を招いた。

このためメッキ厚やメッキ面積を減少させたり、また前記金や銀にかえて、卑金属を用いることなどを検討しているが、あまり画期的な効果は上っていない。

さらに半導体素子のダイボンドのみをペーストで代替させて接合する技術が開発されて、半導体素子のダイボンドの際のメッキが一応不要となったが、あいかわらずリード材と半導体素子とを金線で接合するワイヤーボンディングの為にはメッキが必要であり、工程数はいっこうに減少せず、根本的な解決策にはなっていない。

ところで、ダイレクトボンディング性を改善させるべく、過去にリードフレーム材料の観点から若干の検討は行われている。例えば特公昭62-46071では材料の表面粗さが最大高さ( $R_{max}$ )で $0.5\mu m$ 以下とする事、あるいはさらに析出物、介在物等の単一面積が $3 \times 10^{-6} mm^2$ 以下にする事でダイレクトボンディング性が改善される事がわかっている。

さらに、材料の硬さもある値以上にしなければならぬ事を見出した。

そこで、本発明はNi 0.4~4.0重量%、Si 0.1~1.0重量%を含み、残部Cu及び不可避不純物からなる合金の材料表面を表面硬さがHv 180以上で、かつ表面粗さが中心線平均粗さ( $R_a$ )で $0.15\mu m$ 以下、最大高さ( $R_{max}$ )で $0.8\mu m$ 以下となるように調整することにより、ワイヤーボンディング用リード線を直接接着可能としたことを特徴とするダイレクトボンディング性の良好な銅合金およびNi 0.4~4.0重量%、Si 0.1~1.0重量%を含み、残部Cu及び不可避不純物からなる合金に副成分としてP、As、Sb、Fe、Co、Cr、Sn、Al、Ti、Zr、Mg、Be、Mn、Zn、In、B、Hf、希土類元素からなる群より選択された1種又は2種以上を総量で0.001~2.0重量%添加した合金の材料表面を表面硬さがHv 180以上でかつ表面粗さが中心線平均粗さ( $R_a$ )で $0.15\mu m$ 以下、最大高さ

#### [発明が解決しようとする課題]

実際の製品に上記公知技術を適用した場合、要求される信頼性が高いIC、LSI、VLSI製品としては、まだまだ満足できるレベルにはなっておらず、一部トランジスター用に使用されている現状である。

従って、ダイレクトボンディング性という観点から一層の改善をはかり、トランジスターからVLSIまでの全ての半導体製品に適用できるリードフレーム用銅合金が望まれている。

#### [課題を解決するための手段]

本発明者らは、ダイレクトボンディング性に及ぼす種々の材料因子について検討を行ったところ、材料の表面粗さ規定は $R_{max}$ では不十分であり、中心線平均粗さ( $R_a$ )といった全体的な表面粗さのレベルの規定が必要であることを見出した。従来 $R_{max}$   $0.5\mu m$ 以下といわれていたが、一部 $R_{max}$   $0.5\mu m$ を越えても $R_a$ がある値以下であれば優れたダイレクトボンディング性を示す事等が判明した。

( $R_{\text{max}}$ )で $0.8\mu\text{m}$ 以下となるように調整することにより、ワイヤーボンディング用リード線を直接接合可能としたことを特徴とするダイレクトボンディング性の良好な銅合金および前記合金で析出粒子が $5\mu\text{m}$ 以下であるダイレクトボンディング性の良好な銅合金および前記合金で酸素含有量が $10\text{ppm}$ 以下であるダイレクトボンディング性の良好な銅合金である。

次に合金成分並びに他の項目の限定理由を説明する。 $\text{Ni}$ の含有量を $0.4\sim 4.0$ 重量%とする理由は、 $\text{Ni}$ 含有量が $0.4$ 重量%未満では、 $\text{Si}$ を $0.1$ 重量%以上添加しても高強度でかつ高導電性を示す合金が得られず、逆に $\text{Ni}$ 含有量が $4.0$ 重量%を超えると加工性が低下し、半田付け性も低下する為である。

$\text{Si}$ 含有量を $0.1\sim 1.0$ 重量%とした理由は、 $\text{Si}$ 含有量が $0.1$ 重量%未満では $\text{Ni}$ を $0.4$ 重量%以上添加しても高強度でかつ高導電性を示す合金が得られず、 $\text{Si}$ 含有量が $1.0$ 重量%を超えると加工性、導電性の低下が著しくなり、

表面の平均的レベルが低く、かつ部分的にも有害な粗さにならない事が必要であるためである。すなわち、本合金系では $R_a$ が $0.15\mu\text{m}$ を超えると接合強度が低下し、また、 $R_a$ が $0.15\mu\text{m}$ 以下であっても $R_{\text{max}}$ が $0.8\mu\text{m}$ を超えるとその部分の密着強度が低下し、前述したように樹脂封止工程等でのストレスにより剥離を起こす場合があり、信頼性を損ねるためである。

#### 〔実施例〕

第1表に示す組成の合金材料を、インゴットから熱間圧延さらには冷間圧延、焼鈍(溶体化焼鈍及び時効熱処理を含む)のくり返しにより $0.25\text{mm}$ 厚さの板とした。この際、表面硬さの違いは時効熱処理後圧延したり、さらにそれを熱処理したり、過時効させたり、溶体化させるといった方法を用い作り分けた。

また、表面粗さは各種表面粗さの圧延ロールを用いたり、最終板厚になった後に、各種粗さの表面研摩を行い作製した。

このようにして製造した各種試料にワイヤー

また半田付け性も低下する為である。

副成分として、 $\text{P}$ 、 $\text{As}$ 、 $\text{Sb}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Be}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{In}$ 、 $\text{B}$ 、 $\text{Hf}$ 、希土類元素からなる群より選択された1種以上の総量が $0.001$ 重量%未満では高強度でかつ耐食性のある合金が得られず、また $2.0$ 重量%を超えると導電性の低下及び半田付け性の低下が著しくなる為である。また酸素含有量を $10\text{ppm}$ 以下とした理由は、 $10\text{ppm}$ を超えるとめっき密着性が低下するためである。析出粒子を $5\mu\text{m}$ 以下にした理由は、 $5\mu\text{m}$ を超えると半田付け性、めっき密着性が低下するためである。

表面粗さを $\text{Hv } 180$ 以上とした理由は、 $\text{Hv } 180$ 未満ではダイレクトボンディング後のボンディングワイヤーの接合強度が低く、樹脂封止工程等での剥離を起こす場合があるためである。

表面粗さを中心線平均粗さ( $R_a$ )で $0.15\mu\text{m}$ 以下、最大高さ( $R_{\text{max}}$ )で $0.8\mu\text{m}$ 以下とした理由は、安定して強い接合を得るには、

ボンディングを行い、見かけ上の接合状態を観察するとともに、プルテストによる接合強度の測定並びに破断箇所の観察を行った。

なお、ワイヤーボンディングとしてはサーモソニック法を用い、以下に示すボンディング条件で行った。

ボンディングワイヤの材質及びワイヤ径：  
 $\text{Cu}$ 線 $25\mu\text{m}$ φ、雰囲気： $10\text{Vol}\% \text{H}_2 - \text{Ar}$ 、  
超音波出力： $0.1\text{W}$ 、基板温度： $300^\circ\text{C}$ 、加圧力： $80\text{g}$ 、時間： $25\text{msoc}$ 。

結果を第1表に示す。この結果からもわかるように表面硬さが $\text{Hv } 180$ 以上でかつ表面粗さも $R_a$ で $0.15\mu\text{m}$ 以下、 $R_{\text{max}}$ で $0.8\mu\text{m}$ 以下という全ての条件がそろった時に始めて、従来のメッキ材並のボンディング性が得られる事がわかる。

第1表

	化学組成(重量%)				硬度 (Hv)	Ra ( $\mu$ m)	R <sub>max</sub> ( $\mu$ m)	外観上 の性状	クレーン 試験(g)	クレーン 試験
	Cu	Ni	Si	その他						
本発明の例	残	1.4	0.3	—	187	0.08	0.05	有	11.5	母材部
	残	1.6	0.4	0.4Zn, 0.1Mn	194	0.11	0.77	有	11.2	母材部
	残	1.0	0.4	0.03Pb, 0.5Sn, 0.11Fe	209	0.07	0.53	有	11.8	母材部
	残	3.2	0.7	0.2Fe, 0.1Mg, 0.1Al	220	0.06	0.48	有	12.0	母材部
	残	2.8	0.6	0.1Cr, 0.1Zr, 0.1B	203	0.12	0.70	有	11.4	母材部
	残	3.7	0.9	0.1Co, 0.1Ti, 0.02Fe	218	0.08	0.60	有	11.6	母材部
	残	2.0	0.5	0.02As, 0.21%シメチン	210	0.13	0.73	有	11.2	母材部
	残	1.4	0.3	—	163	0.18	1.54	有	9.5	母材部 — 試験部
比較例	残	1.6	0.4	0.4Zn, 0.1Mn	185	0.23	2.3	有	9.2	母材部 — 試験部
	残	1.6	0.4	0.4Zn, 0.1Mn	154	0.23	2.3	有 — 試験部	8.7	母材部 — 試験部
	残	3.2	0.7	0.2Fe, 0.1Mg, 0.1Al	171	0.25	1.9	有	9.0	母材部 — 試験部
	残	3.2	0.7	0.2Fe, 0.1Mg, 0.1Al	171	0.25	1.9	有	9.0	母材部 — 試験部

[発明の効果]

本発明は、ある特定の成分系で表面硬さ、表面粗さ等を特定の範囲内になるように作り込むことにより、ダイレクトボンディング性を改善し、IC用としても信頼性を持って使用可能な

らしめたもので、メッキ工程を省き、コストを大巾に減少させる極めて実用的価値の高いものである。

特許出願人 日本鉱業株式会社  
タツタ電線株式会社  
代理人 弁理士 小松 秀 彦  
代理人 弁理士 旭 宏  
代理人 弁理士 加々美 紀雄